

# Das Oszilloskop

**Ziel:** Es soll die Funktionsweise und die Arbeitsweise eines Oszilloskops kennengelernt werden.

**Stichworte:** AC/DC Kopplung, Amplitude, Anstiegszeit, analoges/digitales Oszilloskop, Flanke, Frequenz, Gleichrichter, Lissajous-Figuren, Periode, Tastkopf, Triggerung, xt-Betrieb, xy-Betrieb

## Theoretische Grundlagen

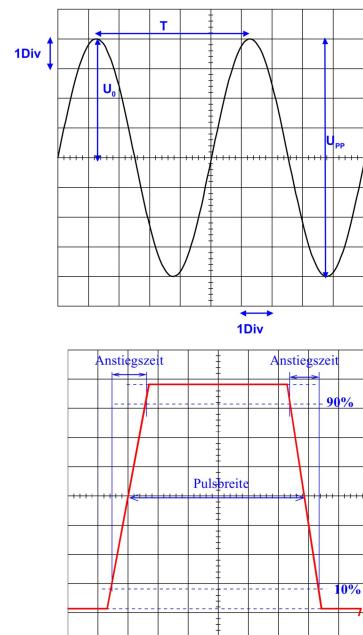
Ein Oszilloskop wird im wesentlichen für die Darstellung von zeitlich veränderliche Spannungsverläufe verwendet (xt-Betrieb). Es kann allerdings auch, wie ein Multimeter, zum Messen einer Gleichspannung dienen oder aber im xy-Betrieb den Spannungsverlauf in Abhängigkeit einer anderen Spannung darstellen (z.B. Lissajous-Figuren).

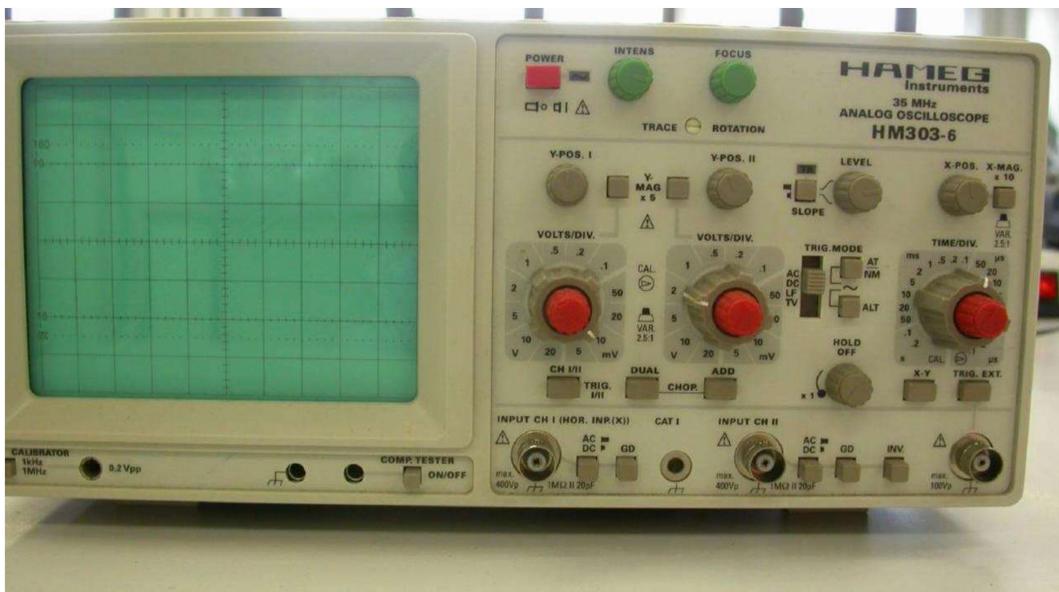
Oszilloskope werden in zwei Gruppen eingeteilt, analoge Oszilloskope und digitale Oszilloskope. *Analoge Oszilloskope* sind klassische Elektronenstrahl-Oszilloskope und bestehen im wesentlichen aus einer Kathodenstrahlröhre. Der Elektronenstrahl wird dabei von zwei Ablenkplatten (x- und y-Achse) je nach angelegter Spannung abgelenkt und auf einem Phosphorschirm sichtbar gemacht. Bei *digitalen Oszilloskopen* wird das analoge Signal mit einem Analog-Digital-Wandler in ein digitales Signal umgewandelt. Die Umwandlungsrate (Sample-rate) erfolgt in festen Zeitabständen. Das zu untersuchende Signal kann so in eine Wertetabelle abgespeichert und auf einem LCD-Bildschirm sichtbar gemacht werden. Die Eingänge eines Oszilloskops sind als BNC-Buchsen (Bayonet Neill Concelman) ausgeführt, deren Außenleiter mit der Erdleitung (Schutzleiter) der Netzspannung verbunden ist. Hierdurch kann das zu untersuchende Spannungssignal relativ zum Erdungspotential gemessen werden.

Um die zu messenden Schaltungen möglichst wenig zu belasten verwendet man häufig einen *Tastkopf* zum Messen der Spannungsverläufe. Ein Tastkopf hat einen typischen Innenwiderstand von  $10 \text{ M}\Omega$ . Der hohen Innenwiderstand des Tastkopfes garantiert, daß die Spannungsverläufe durch den Meßvorgang nicht verändert werden.

Das zu untersuchende Signal kann auf dem Bildschirm eines Oszilloskops graphisch dargestellt werden (Abbildung rechts). Die vertikale Achse gibt hierbei die Zeit und die horizontale Achse die Spannungshöhe an. Da sich die zu untersuchenden Signale in der Regel sowohl in der Zeit als auch in der Spannungshöhe um Größenordnungen unterscheiden, müssen diese mit einem Verstärker an den Bildschirm angepaßt werden. Die häufigsten verwendeten Oszilloskope sind Zweikanal-Oszilloskope, mit denen man zwei Spannungsverläufe gleichzeitig darstellen kann. Die Zeitachse gilt hierbei für alle Signalverläufe gleichermaßen.

Obwohl es viele unterschiedliche Oszilloskope zu kaufen gibt, haben alle Oszilloskope ähnliche Bedienelemente, die im





folgenden beschrieben werden.

### Spannungshöhe

Die Anpassung der Spannungshöhe an den Bildschirm kann mit dem Einstellknopf V/DIV eingestellt werden. Dabei ist 'division' die Einteilung des Bildschirmes. Mit der x5 Taste wird das Signal um den Faktor 5 gestreckt, ohne die Einstellung des Signals zu ändern. Mit dem Einstellknopf POSITION kann die Kurve vertikal verschoben werden. Bei einem Zweikanal-Oszilloskop gibt es für jeden Eingang eine eigene Verstärkung bzw. Verschiebemöglichkeit.

### Signalkopplung

Die Ankopplung des Signals an den Verstärker kann auf verschiedene Art und Weise erfolgen. Bei der Gleichspannungskopplung (DC: direct current) wird der Gleisspannungsanteil und der Wechselspannungsanteil des Signals auf dem Bildschirm angezeigt. Bei der Wechselspannungskopplung (AC: alternative current) wird der Gleichspannungsanteil unterdrückt und nur der Wechselspannungsanteil dargestellt. Bei langsamten Signalen kann dies zur Verzerrung der Kurvenform führen.

### Zeitachse

Die Anpassung der Zeitachse auf dem Bildschirm kann mit dem Einstellknopf TIME/DIV eingestellt werden. Die Zeitachse gilt für alle Kurvenverläufe gleichermaßen. Mit dem Regler POSITION kann das Signal horizontal verschoben werden.

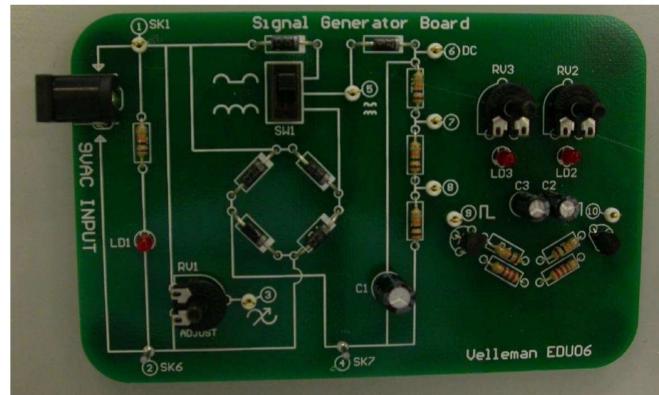
### Trigger

Mit dem *Trigger* kann der zeitliche Spannungsverlauf mit der Zeitdarstellung des Bildschirmes koordiniert werden. Der Trigger (engl. Auslöser) legt dabei den Zeitpunkt fest, wann das Signal auf dem Bildschirm starten soll. Im klassischen Betriebsmodus NORM wird dieser Zeitpunkt durch einen Spannungswert festgelegt, der entweder unter- oder überschritten wird. Der Spannungswert wird dabei durch den Regler LEVEL eingestellt. Die Zeitachse kann dabei wahlweise auf das Eingangssignal am Eingang CH1 oder auf das Eingangssignal am CH2 getriggert werden. Beim triggern auf CH2 muß dafür der Knopf TRIG I/II gedrückt sein. Ferner muß festgelegt werden, ob auf die steigende oder fallende Flanke des Signals getriggert wird. Ähnlich wie die Spannungshöhe, kann das Signal über eine Gleichspannungskopplung DC oder eine Wechselspannungskopplung AC an den Verstärker gekoppelt werden. Zusätzlich gibt es bei der

Zeitachse die Möglichkeit das Signal mit der Taste LF (Line) an die Netzfrequenz anzukoppeln.

## Versuchsaufbau

Das Experiment besteht im wesentlichen aus seinem analogen Oszilloskop und einer Leiterplatte auf der man an verschiedenen Stellen Signale mit einem Tastkopf abgreifen kann. Die Abgriffe ② und ④ sind Erdungspunkte. Mit dem Potentiometer RV1 kann die Amplitude der Sinussignals am Abgriff ③ variiert werden. Die Platine (Abbildung rechts) wird mit einer 9V AC Spannungsversorgung betrieben.



## Aufgaben und Versuchsdurchführung

Machen Sie sich mit dem Oszilloskop vertraut. Das Oszilloskop kann durch 'falsche' Einstellungen NICHT beschädigt werden. Sie können also ohne Bedenken mit dem Gerät experimentieren. Verbinden Sie den Tastkopf mit dem Oszilloskop und vermessen Sie mit der Prüfspitze die Signale auf dem *Generator Board*. Tragen Sie die Ergebnisse, wie z.B. Frequenz oder Amplitude in die vorgesehenen Tabellen ein.

### Aufgabe 1: Vermessen einer Rechteckschwingung fester Frequenz

Verbinden Sie die Messspitze des Tastkopfes mit dem  $0.2V_{PP}$  Abgriff am Oszilloskop und Erden Sie den Tastkopf mit der dafür vorgesehenen Klemme am Oszilloskop. Der Schalter am Tastkopf sollte auf  $\times 1$  stehen. Bringen Sie das Bild zum stehen und lesen Sie die Amplitude  $U_0$ ,  $U_{PP}$ , die Periode  $T$  sowie die Anstiegszeiten der positiven Flanke  $T_{pos}$  ab. Berechnen Sie aus der Periode  $T$  die zugehörige Frequenz  $\nu$ .

$$CH1: U_0 = \underline{0,1V}$$

$$U_{PP} = \underline{0,2V}$$

$$T = \underline{1ms}$$

$$\nu = \underline{1kHz}$$

$$T_{pos} = \underline{0s}$$

## Aufgabe 2: Vermessen einer Sinusschwingung fester Frequenz

Verbinden Sie die Messspitze des Tastkopfes mit dem Abgriff ① und dessen Erdung mit dem Abgriff ②. Der Schalter am Tastkopf sollte auf x1 stehen. Bringen Sie das Bild zum stehen und lesen Sie bei drei verschiedenen Einstellungen die Amplitude und die Periode ab. Berechnen Sie aus der Periode T die zugehörige Frequenz  $\nu$ .

V/DIV	Amplitude	Periode T	Frequenz $\nu$
5	15V	20ms	50Hz
5	15V	20ms	50Hz
5	15V	20ms	50Hz

## Aufgabe 3: Vermessen einer Sinusschwingung variabler Amplitude

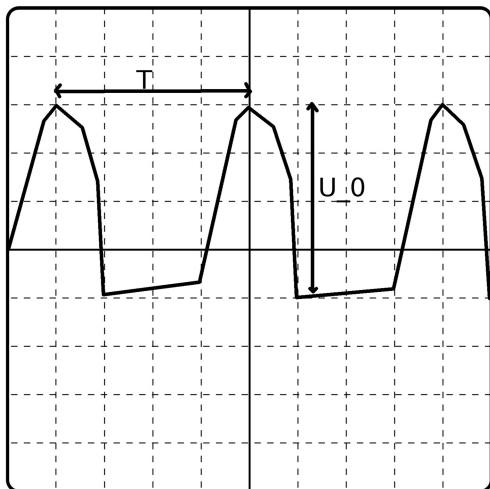
Verbinden Sie die Messspitze des Tastkopfes mit dem Abgriff ③ und dessen Erdung mit dem Abgriff ②. Der Schalter am Tastkopf sollte auf x1 stehen. Mit dem Potentiometer RV1 können Sie die Amplitude variieren. Bestimmen Sie die minimale und die maximale Amplitude. Stellen Sie den Schalter am Tastkopf auf x10 und wiederholen Sie die Messung.

$$\text{Tastkopf x1 : } U_{min} = \underline{\quad 1\text{mV} \quad}, \quad U_{max} = \underline{\quad 15\text{mV} \quad}$$

$$\text{x10: } U_{min} = \underline{\quad 0,1\text{mV} \quad}, \quad U_{max} = \underline{\quad 1,5\text{mV} \quad}$$

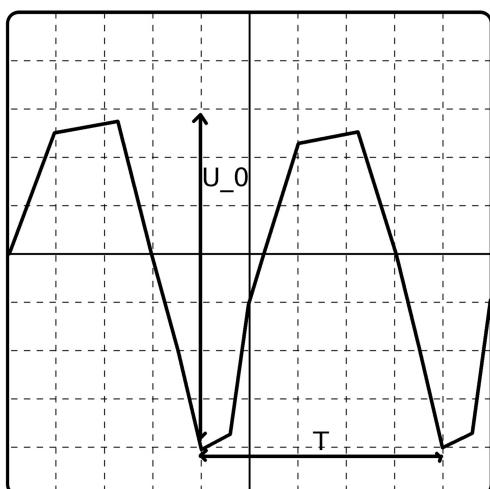
## Aufgabe 4: Gleichrichter

Verbinden Sie die Messspitze des Tastkopfes mit dem Abgriff ⑤ und dessen Erdung mit dem Abgriff ④. Stellen Sie den Schalter SW1 in die obere Stellung auf den *Einweggleichrichter*. Der Schalter am Tastkopf sollte auf x1 stehen. Versuchen Sie drei Halbwellen auf dem Oszilloskopschirm sichtbar zu machen und notieren Sie die wichtigsten Einstellungen. Triggern Sie einmal auf die pos. und die neg. Flanke. Skizzieren Sie die Bilder und beschriften Sie sie (Amplitude, Periode).



CH1: 5 V/DIV  
5 Time/DIV  
+ Trigger

Stellen Sie den Schalter **SW1** in die untere Stellung auf den *Zweiweggleichrichter* und notieren Sie die wichtigsten Einstellungen. Skizzieren Sie die Bilder und beschriften Sie sie (Amplitude, Periode).



CH1: 2 V/DIV  
2 Time/DIV  
+ Trigger

### Aufgabe 5: Gleichstrommessung

Verbinden Sie die Messspitze des Tastkopfes mit dem Abgriff (6) und dessen Erdung mit dem Abgriff (4). Stellen Sie den Schalter **SW1** in die obere Stellung auf den *Einweggleichrichter*. Der Schalter am Tastkopf sollte auf **x1** stehen. Stellen Sie den **Trigger Mode** auf *DC*. Drücken Sie den Knopf **GD** für **Ground**. Die Linie markiert jetzt 0 V. Drücken Sie wiederum den Knopf **GD** und messen Sie die y-Auslenkung relativ zur 0-V Linie. Verbinden Sie die Messspitze des Tastkopfes mit den Abgriff (7) und dann mit dem Abgriff (8) und messen Sie jeweils die Spannung relativ zur 0 V Linie.

Abgriff (6): 800 mV

Abgriff (7): 460 mV

Abgriff (8): 230 mV

Verbinden Sie die Messspitze des Tastkopfes wieder mit dem Abgriff (6) und dessen Erdung mit dem Abgriff (4). Stellen Sie den **Trigger Mode** auf *AC* und messen Sie die Amplitude des 'Rippels'. Stellen Sie den Schalter **SW1** in die untere Stellung auf den *Zweiweggleichrichter* und messen Sie die Amplitude. Was ist zu beobachten?

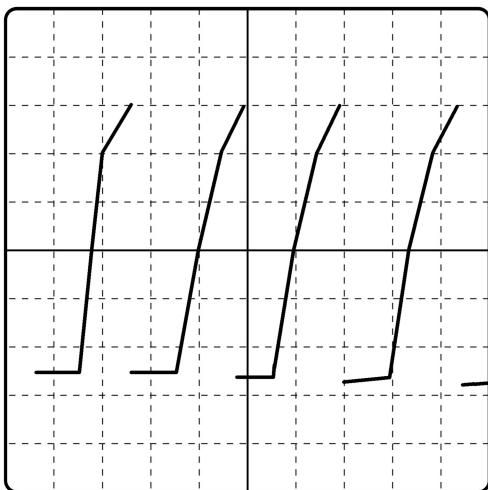
Einweggleichrichter: 800 mV

Zweiweggleichrichter: 400 mV

Beobachtung

#### Aufgabe 6: Vermessen eines Signals mit variabler Frequenz

Verbinden Sie die Messspitze des Tastkopfes mit dem Abgriff (9) und dessen Erdung mit dem Abgriff (4). Der Schalter am Tastkopf sollte auf *x1* stehen. Mit dem Potentiometer **RV2** und **RV3** können Sie die Frequenz bzw. die Puls-Pause Sequenz an den Messpunkten (9) und (10) variieren. Skizzieren Sie die Pulsform bei einer gewählten Einstellung und bestimmen Sie die Anstiegszeiten der pos. und neg. Flanke.



Anstiegszeit: 4ms pos. Flanke

0ms neg. Flanke

#### Aufgabe 7: Vermessen der Phasenverschiebung zweier Signale

Für diese Aufgabe müssen Sie das Oszilloskop im Zwei-Kanal-Betrieb (**CH1** und **CH2**) betreiben. Sie benötigen zwei Tastköpfe. Die Schalter an den Tastköpfen sollten auf *x1* stehen. Verbinden Sie die Messspitze des einen Tastkopfes (**CH1**) mit dem Abgriff (1) und dessen Erdung mit dem Abgriff (2). Bringen Sie das Bild zum Stehen. Verbinden Sie die Messspitze des zweiten Tastkopfes (**CH12**) mit dem Abgriff (3) und dessen Erdung mit dem Abgriff (2). Drücken Sie die Taste **DUAL**, sodaß Sie beide Kurvelformen sehen können. Messen Sie die Phasenverschiebung  $\Delta\phi$  der beiden Kurven. Drücken Sie erneut die Taste **DUAL** und anschließend

die Taste ADD. Jetzt werden die Signalverläufe von CH1 und CH2 addiert. Messen Sie die Amplitude und die Frequenz der addierten Kurven. Drücken Sie anschließend die Taste ADD.

$$\text{DUAL : CH1 } U_0 = \underline{\underline{15V}}$$

$$\text{CH2 } U_0 = \underline{\underline{5V}}$$

$$\Delta\phi = \underline{\underline{0^\circ}}$$

$$\text{ADD : } U_0 = \underline{\underline{20V}}$$

Die Phasenverschiebung und Amplitudenverhältnisse zweier Sinuskurven können auch mit Hilfe von Lissajous-Figuren bestimmt werden. Drücken Sie hierzu den Knopf x-y und vermes- sen Sie die Phase und die Amplitudenverhältnisse. Es kann unter Umständen hilfreich sein, bei dieser Aufgabe den Schalter am Tastkopf auf x10 zu stellen.

$$\Delta\phi = \underline{\underline{0^\circ}}$$

$$\frac{U_{01}}{U_{02}} = \underline{\underline{3}}$$

## Literatur

- [1] R. Lerch *Elektrische Meßtechnik*, Springer 2005
- [2] H.J. Eichler, H.-D. Kronfeld, J. Sahm *Das Neue Physikalische Grundpraktikum* Springer 2006